

ANALISIS UJI GETARAN PUTARAN POROS *CHILLER WATER PUMP* UNTUK PENENTUAN WAKTU PENGGANTIAN KOMPONEN KARET KOPLING

Aidil Fitriyah¹, Agus Riyanto², Hasan Hariri³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK. Dalam dunia industri sendiri banyak yang menggunakan mesin pompa motor untuk membantu jalannya proses produksi yang beroperasi secara terus menerus. Kerusakan motor yang tidak terdeteksi dapat mengakibatkan *shutdown* dari proses produksi yang pastinya menyebabkan hilangnya waktu produktif akibat perbaikan mesin yang cukup lama, biaya pemeliharaan yang besar akibat banyaknya komponen yang diganti, dan kerugian bahan baku produksi yang seharusnya bisa diolah tetapi harus terbuang karena mesin berhenti beroperasi. Kerusakan umum yang terjadi pada motor dan pompa adalah ketidaksumbuan poros antara penggerak (*driver*) dengan yang digerakkan (*driven*) atau yang lebih dikenal dengan *misalignment*. Perawatan terhadap mesin pada suatu perusahaan harus dilakukan agar kinerja mesin tersebut berjalan dengan maksimal. Perawatan (*Maintenance*) sebagai konsep dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas, mesin dan peralatan agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Perawatan dilakukan untuk perbaikan yang bersifat kualitas, meningkatkan suatu kondisi agar performa menjadi lebih baik. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis adanya *misalignment shaft* pada mesin pompa motor dengan mengukur getaran pada mesin pompa motor menggunakan *vibration tester* agar nantinya dapat dilakukan pencegahan sebelum terjadinya *breakdown* pada mesin pompa motor tersebut dengan penggantian karet kopling secara terjadwal, memberi pengetahuan tentang karakteristik data getaran dari mesin motor pompa kondisi *misalignment shaft* karena karet kopling kondisi buruk dengan data getaran dari mesin motor pompa kondisi *alignment* karena karet kopling kondisi baik, dan memberikan perbandingan anggaran biaya yang dikeluarkan jika dilakukan perawatan sebelum *breakdown* pada mesin pompa motor dengan biaya yang dikeluarkan perawatan sesudah *breakdown* pada mesin pompa motor. Lokasi objek penelitian berada di ruang chiller PT. Aplikanusa Lintasarta. Metode penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran objek yang diteliti dari waktu ke waktu kemudian ditarik kesimpulan dari karakteristik getaran dengan membandingkannya dengan standar ISO 10816-3 sehingga didapatkan waktu perawatan penggantian komponen karet kopling secara berkala. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis sinyal getaran pada motor pompa air untuk merencanakan waktu penggantian karet kopling sebelum terjadi *misalignment* dengan pengambilan data getarannya. Dari data getaran tersebut dianalisis jangka waktu terjadinya keausan karet kopling, sehingga dapat dirancang waktu untuk *preventive maintenance* untuk pencegahan terjadinya keausan karet kopling yang dapat menyebabkan *misalignment* tersebut.

Kata Kunci—*perawatan; misalignment shaft; mesin pompa motor; getaran.*

PENDAHULUAN

Revolusi industri yang dimulai pada akhir abad ke-18 berpengaruh sekali dalam perkembangan di dunia industri. Namun perkembangan itu harus diimbangi juga dengan teknik perawatannya. Teknik perawatan yang berbasis waktu (*time base preventive maintenance*) merupakan teknik perawatan yang umum digunakan. Karena perawatan ini dianggap tidak terlalu baik maka dilakukanlah pengembangan teknik perawatan yang lebih baik lagi agar mengusahakan mesin/peralatan berfungsi dengan baik, ekonomis, dan efisien.

Berdasarkan buku “Sistem Perawatan Terpadu” karya M. I. Ansori & Mustajib, kebutuhan perawatan terhadap mesin harus dilakukan dalam suatu perusahaan agar kinerja mesin tersebut berjalan dengan maksimal [1]. Dalam sistem pendinginan, mesin motor pompa air menjadi salah satu poin penting yang harus diperhatikan. Kerusakan motor yang tidak terdeteksi dapat mengakibatkan *shutdown* dari proses produksi yang pastinya menyebabkan hilangnya waktu produktif akibat perbaikan mesin yang cukup lama, biaya

pemeliharaan yang besar akibat banyaknya komponen yang diganti, dan kerugian bahan baku produksi yang seharusnya bisa diolah tetapi harus terbuang karena mesin berhenti beroperasi [2].

Kerusakan umum yang terjadi pada motor dan pompa adalah ketidaksumbuan poros antara penggerak (*driver*) dengan yang digerakkan (*driven*) atau yang lebih dikenal dengan *misalignment*. Adanya kerusakan ini menyebabkan getaran yang berlebihan sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada komponen-komponen mesin dan selanjutnya memperpendek umur mesin tersebut.

Kopling adalah suatu alat yang mempunyai fungsi untuk menghubungkan dua buah poros guna menyalurkan suatu gerak putaran (*torsi*) [3]. Cara kerja kopling adalah saat poros penggerak mulai bekerja (berputar) maka ujung kedua poros disambungkan pada kopling. Terjadi hentakan di kopling, maka dari itu digunakanlah komponen peredam pada kopling yang terbuat dari bahan karet atau plastik untuk meredam hentakan ini.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis sinyal getaran pada motor pompa air untuk merencanakan waktu penggantian karet kopling sebelum terjadi *misalignment* dengan pengambilan data getarannya. Dari data getaran tersebut dianalisis jangka waktu terjadinya keausan, sehingga dapat dirancang waktu untuk *preventive maintenance* untuk pencegahan terjadinya *misalignment* tersebut. Penelitian ini mengambil referensi dari beberapa penelitian seperti “Pengukuran Getaran Torsional pada Poros Berputar dengan Metode Digital Image Processing”, “Analisis Getaran Struktur Mekanik pada Mesin Berputar untuk Memprediksi Kerusakan Akibat Kondisi *Unbalance* Sistem Poros Rotor”, “Deteksi Kerusakan Bantalan Gelinding pada Pompa Sentrifugal dengan Analisis Sinyal Getaran”, “Diagnosa Kerusakan Motor Induksi dengan Sinyal Getaran”, dan “Optimalisasi Analisa Vibrasi untuk Mendeteksi Gejala *Misalignment* pada Mesin Berputar”.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi timbulnya keausan pada karet kopling dengan menganalisis sinyal getaran yang dihasilkan oleh pompa tersebut ketika sedang beroperasi, dapat membuat rencana waktu penggantian karet kopling pada motor pompa, menyiapkan anggaran yang harus dikeluarkan selama perawatan mesin tersebut.

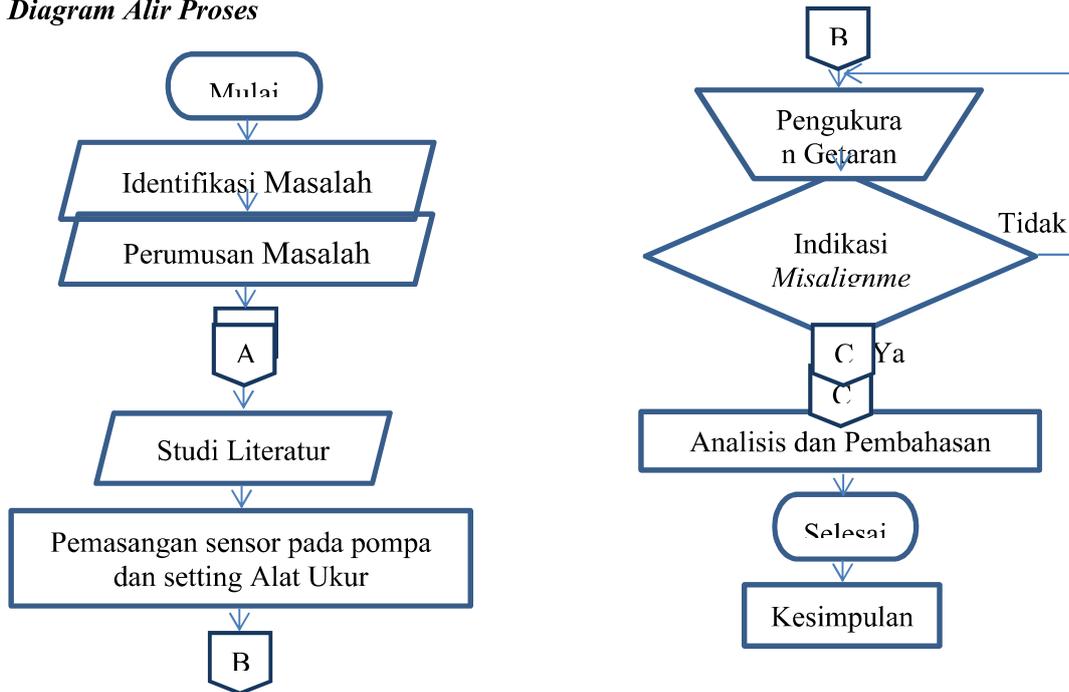
Cakupan penelitian dilakukan pada mesin motor pompa yang ada di Ruang Chiller PT. Aplikanusa Lintasarta dan waktu pelaksanaannya dilakukan pada bulan Maret 2019 – selesai.

METODE

Metode penelitian merupakan gambaran mengenai langkah yang sesuai, sehingga akan memudahkan dalam melakukan penelitian. Kerangka penelitian ini merupakan proses yang terdiri dari tahap yang saling terkait antara satu tahap dalam melakukan penelitian dimulai dari awal yaitu mengangkat permasalahan hingga penarikan kesimpulan.

- 1) *Lokasi dan waktu penelitian*. Penelitian di laksanakan di Ruang Chiller PT. Aplikanusa Lintasarta yang dilakukan pada bulan Maret 2019 – selesai.
- 2) *Jenis penelitian*. Jenis penelitian yaitu tentang analisa getaran dan waktu terjadinya keausan karet kopling.
- 3) *Pengumpulan data*. Pengumpulan data dari pengukuran getaran pada putaran poros *chiller water pump*.

a. Diagram Alir Proses



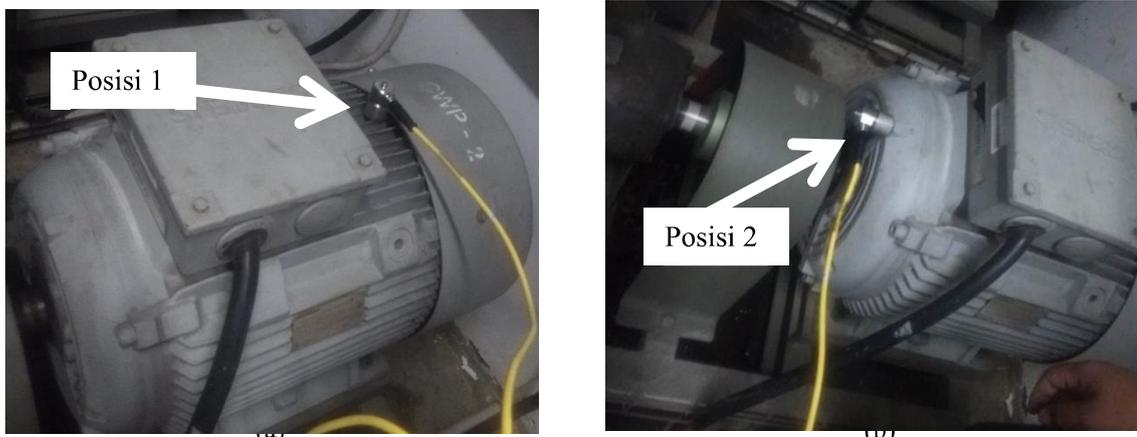
Gambar 1 Diagram alir proses

Langkah-langkah penelitian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

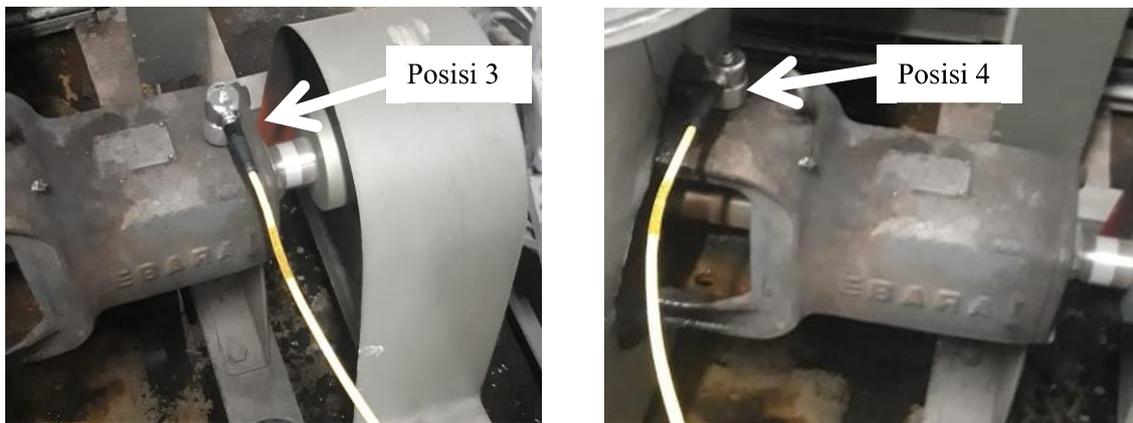
- 1) *Identifikasi Masalah*. Dalam hal ini saya melakukan observasi atau identifikasi masalah yang ada di perusahaan yang bertujuan untuk menentukan judul penelitian, identifikasi masalah dilakukan saat melakukan pengambilan data. Hasil dari identifikasi masalah yang ada nantinya akan dibuat rencana jadwal penggantian suatu komponen.
- 2) *Perumusan Masalah*. Pada tahap perumusan masalah ini saya mulai memperdalam masalah yang ada menjadi lebih spesifik agar mempermudah menentukan hasil dan kesimpulan dalam membuat penelitian ini.
- 3) *Studi Literatur*. Ide yang saya ajukan akan lebih kuat bila didukung dengan literatur, maka saya melakukan studi literatur yang sesuai dengan topik penelitian yang sedang saya buat. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini :
 - Jurnal ilmiah online dan karya tulis ilmiah.
 - Buku-buku yang berhubungan dengan bahasan.
 - Diskusi dengan dosen terkait.
- 4) *Pemasangan sensor pada pompa dan setting alat ukur*. Sebelum pengukuran getaran menggunakan alat ukur *Vibration Tester* yang pertama dilakukan adalah pemasangan *Reflective Tape* pada poros pompa motor yang bertujuan agar nantinya sensor pada Tachometer dapat membaca berapa *Rotation per Minutes* (rpm) dari pompa motor.
- 5) *Pengukuran Getaran*. Pada tahap ini saya melakukan pengukuran getaran pada pompa motor dengan menggunakan alat Fluke 810 *Vibration Tester* untuk mengambil data getaran yang selanjutnya akan dianalisa sampai terjadinya *missaligment*.

b. Tahapan Pengukuran

- 1) *Setting Alat Ukur*. Pada tahap ini dilakukan pengaturan tanggal dan waktu pada alat ukur, kemudian memberikan nama mesin yang akan dilakukan pengukuran.
- 2) *Mematikan Motor Pompa*. Mematikan motor pompa dilakukan dengan cara mematakannya melalui panel kontrol.
- 3) *Pemasangan Reflective Tape*. Pemasangan *Reflective Tape* dilakukan pada poros motor pompa, agar terbaca ketika mengukur putaran motor menggunakan Tachometer.
- 4) *Menyalakan Motor Pompa*. Setelah pemasangan *Reflective Tape* sudah selesai, motor pompa kembali dinyalakan dengan cara menyalakannya melalui panel kontrol.
- 5) *Pengukuran Putaran Poros Motor*. Pengukuran dilakukan dengan cara mengarahkan laser alat ukur tachometer tersebut ke arah poros yang sudah dipasang *Reflective Tape*.
- 6) *Peletakan sensor accelerometer di posisi 1, posisi 2, posisi 3, dan posisi 4*.



Gambar 2 Posisi sensor accelerometer: (a) posisi 1; (b) posisi 2.



Gambar 3 Posisi sensor accelerometer: (a) posisi 3; (b) posisi 4

c. Alat Pengujian yang Digunakan

Untuk mendapatkan data sesuai yang diinginkan pada penelitian, maka alat uji yang digunakan yaitu :
Fluke 810 *Vibration Tester*



Gambar 4 Alat ukur *vibration tester*

Komponen-komponen yang terdapat pada alat *Vibration Tester* sebagai berikut :

- 1) *Tachometer*. Untuk mengukur putaran kerja mesin pompa motor digunakan alat tachometer.



- 2) *Piezo Accelerometer Sensor*. Sensor Accelerometer berfungsi untuk mengubah sinyal getaran menjadi sinyal tegangan listrik.



3) *Display*. Untuk menampilkan data hasil pengukuran.



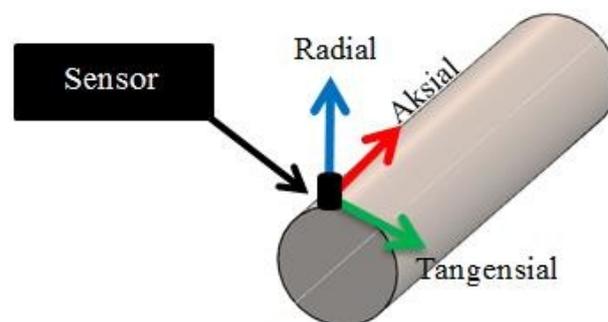
Gambar 7 Display

4) *Fluke Viewer Software 2.0*. Untuk mengolah data yang telah diukur menggunakan alat Vibration Test.



Gambar 8 Software fluke viewer

HASIL

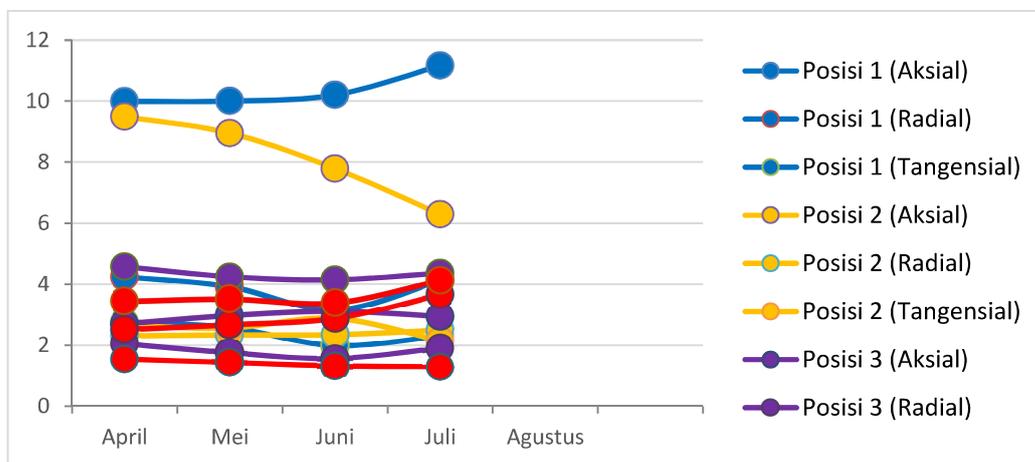


Arah getaran yang terbaca oleh alat ukur ada tiga, yaitu:

- Aksial adalah arah getaran yang sejajar dengan sumbu poros berdasarkan letak sensornya.
- Radial adalah arah getaran yang tegak lurus dengan sumbu poros berdasarkan letak sensornya.
- Tangensial adalah arah getaran yang tegak lurus dengan arah radial berdasarkan letak sensornya.

Tabel 1 Hasil pengukuran getaran menggunakan *vibration tester*

Bulan	Posisi 1 (mm/s)			Posisi 2 (mm/s)			Posisi 3 (mm/s)			Posisi 4 (mm/s)		
	Aksial	Radial	Tangensial									
Maret	8,87	2,84	2,46	11,02	2,03	3,86	3,02	1,82	4,51	1,82	3,64	2,01
April	9,99	4,24	2,76	9,49	2,31	2,65	2,7	2,05	4,57	2,51	1,54	3,44
Mei	10	3,91	2,58	8,95	2,34	2,57	2,97	1,75	4,24	2,67	1,43	3,51
Juni	10,2	3,16	1,99	7,79	2,35	2,88	3,11	1,56	4,14	2,88	1,32	3,39
Juli	11,17	4,12	2,31	6,29	2,5	2,14	2,94	1,91	4,36	3,66	1,29	4,12
Agustus												

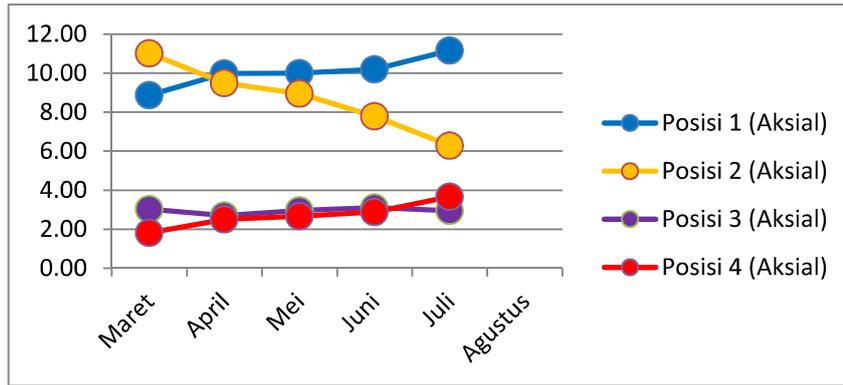


Gambar 10 Diagram garis data hasil pengukuran getaran

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan nilai dari pengukuran getaran menggunakan *vibration tester* pada posisi 1, posisi 2, posisi 3, dan posisi 4 dengan arah Aksial, Radial dan Tangensial secara keseluruhan.

Tabel 2 Data hasil getaran posisi aksial

Bulan	Posisi 1 (Aksial)	Posisi 2 (Aksial)	Posisi 3 (Aksial)	Posisi 4 (Aksial)
Maret	8,87 mm/s	11,02 mm/s	3,02 mm/s	1,82 mm/s
April	9,99 mm/s	9,49 mm/s	2,7 mm/s	2,51 mm/s
Mei	10 mm/s	8,95 mm/s	2,97 mm/s	2,67 mm/s
Juni	10,2 mm/s	7,79 mm/s	3,11 mm/s	2,88 mm/s
Juli	11,17 mm/s	6,29 mm/s	2,94 mm/s	3,66 mm/s
Agustus				

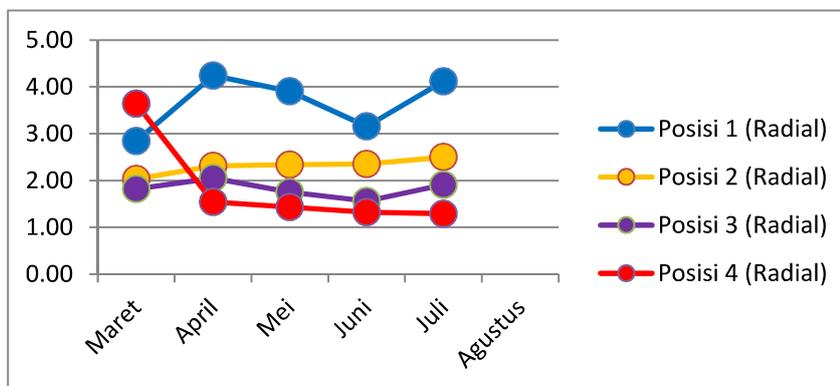


Gambar 11 Diagram garis data hasil getaran posisi aksial

Pada tabel dan grafik diatas menunjukkan nilai dari pengukuran getaran menggunakan *vibration tester* pada posisi 1, posisi 2, posisi 3, dan posisi 4 dengan arah Aksial. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada posisi 4 mengalami kenaikan nilai getaran yang seimbang di setiap bulannya.

Tabel 3 Data hasil getaran posisi radial

Bulan	Posisi 1 (Radial)	Posisi 2 (Radial)	Posisi 3 (Radial)	Posisi 4 (Radial)
Maret	2,84 mm/s	2,03 mm/s	1,82 mm/s	3,64 mm/s
April	4,24 mm/s	2,31 mm/s	2,05 mm/s	1,54 mm/s
Mei	3,91 mm/s	2,34 mm/s	1,75 mm/s	1,43 mm/s
Juni	3,16 mm/s	2,35 mm/s	1,56 mm/s	1,32 mm/s
Juli	4,12 mm/s	2,5 mm/s	1,91 mm/s	1,29 mm/s
Agustus				

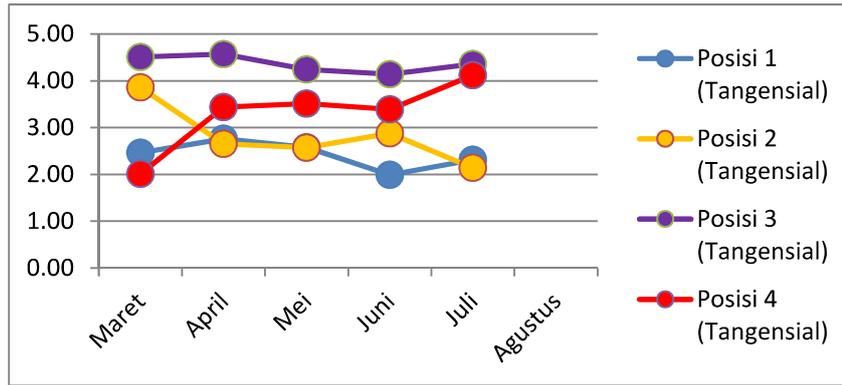


Gambar 12 Diagram garis data hasil getaran posisi radial

Pada tabel dan grafik diatas menunjukkan nilai dari pengukuran getaran menggunakan *vibration tester* pada posisi 1, posisi 2, posisi 3, dan posisi 4 dengan arah Radial.

Tabel 4 Data hasil getaran posisi tangensial

Bulan	Posisi 1 (Tangensial)	Posisi 2 (Tangensial)	Posisi 3 (Tangensial)	Posisi 4 (Tangensial)
Maret	2,46 mm/s	3,86 mm/s	4,51 mm/s	2,01 mm/s
April	2,76 mm/s	2,65 mm/s	4,57 mm/s	3,44 mm/s
Mei	2,58 mm/s	2,57 mm/s	4,24 mm/s	3,51 mm/s
Juni	1,99 mm/s	2,88 mm/s	4,14 mm/s	3,39 mm/s
Juli	2,31 mm/s	2,14 mm/s	4,36 mm/s	4,12 mm/s
Agustus				



Gambar 13 Diagram garis data hasil getaran posisi tangensial

Pada tabel dan grafik diatas menunjukkan nilai dari pengukuran getaran menggunakan *vibration tester* pada posisi 1, posisi 2, posisi 3, dan posisi 4 dengan arah Tangensial.

Tabel 5 Hasil pengukuran ketika mengalami kerusakan komponen karet kopling

Bulan	Posisi 1			Posisi 2			Posisi 3			Posisi 4		
	Aksial	Radial	Tangensial									
Maret	29,13	16,07	6,02	22,77	7,05	14,26	11,63	2,26	19,61	10,42	1,64	15,41

Dari teori *misalignment* diketahui bahwa *Parallel Misalignment* dan *Angular Misalignment* terjadi pada bidang Horizontal (Aksial) dan Vertical (Radial) [3]. Maka yang menjadi dasar untuk penentuan jadwal penggantian keausan komponen karet kopling adalah dari hasil data pengukuran getaran posisi 4 aksial karena mengalami kenaikan nilai getaran yang seimbang.

Tabel 6 Hasil kenaikan nilai getaran posisi aksial

Bulan	Posisi 1 (Aksial)	Posisi 2 (Aksial)	Posisi 3 (Aksial)	Posisi 4 (Aksial)
Maret - April	1,12	-1,53	-0,32	0,69
April - Mei	0,01	0,54	0,27	0,16
Mei - Juni	0,2	-1,16	0,14	0,21
Juni - Juli	0,97	1,5	-0,17	0,78

Kenaikan rata-rata nilai getaran posisi 4 (aksial) sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{kenaikan 1} + \text{kenaikan 2} + \text{kenaikan 3} + \text{kenaikan 4}}{\text{Periode waktu (bulan)}}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,69 + 0,16 + 0,21 + 0,78}{4}$$

$$\text{Rata - rata} = 0,46 \text{ mm/s}$$

Periode waktu (bulan) keausan karet kopling selanjutnya dapat diketahui melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Periode waktu} = \frac{\text{Getaran Tertinggi} - \text{Getaran Rendah}}{\text{Kenaikan rata - rata}}$$

$$\text{Periode waktu} = \frac{10,42 \left[\frac{\text{mm}}{\text{s}} \right] - 3,66 \left[\frac{\text{mm}}{\text{s}} \right]}{0,46}$$

Periode waktu = 14,69 ~ 15 bulan

Total periode waktu = 15 + 5 = 20 bulan

Biaya Perbaikan:

$$\text{Total biaya perbaikan} = \frac{(\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah Tk}) + (\text{Biaya Komponen})}{\text{Periode waktu}}$$

Dimana biaya tenaga kerja diabaikan karena gaji karyawan dibayarkan setiap bulan sehingga biaya penggantian adalah biaya komponen yang diganti, sehingga diperoleh:

Tabel 7 Biaya komponen

No	Komponen	Harga (Rp)
1.	Karet Kopling	10.000
2.	Kain dan Bahan Pelumas (<i>Grease</i>)	200.000

$$\text{Total biaya perbaikan} = \frac{(\text{Biaya komponen})}{\text{Periode waktu}}$$

$$\text{Total biaya perbaikan} = \frac{(8 \times 10.000) + 200.000}{20}$$

Total biaya perbaikan = Rp 280.000 per 20 bulan

Biaya perbaikan setelah terjadi *breakdown* pada mesin motor pompa:

$$\text{Total biaya perbaikan} = \frac{(\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah Tk}) + (\text{Biaya Komponen})}{\text{Periode waktu}}$$

Dimana biaya tenaga kerja diabaikan karena gaji karyawan dibayarkan setiap bulan sehingga biaya penggantian adalah biaya komponen yang diganti, biaya komponen didapat dari dampak negatif *misalignment* dan periode waktu di asumsikan selama 4 tahun, sehingga diperoleh:

Tabel 8 Biaya komponen

No	Komponen	Harga (Rp)
1.	Motor Listrik Siemens 3 Phase 4 pole	18.151.000
2.	Pompa Ebara 200x150 FS4JA	33.264.000
3.	Kopling Tetap FCL 200	640.000
4.	Kain dan Bahan Pelumas (<i>Grease</i>)	200.000

$$\text{Total biaya perbaikan} = \frac{(\text{Biaya komponen})}{\text{Periode waktu}}$$

$$\text{Total biaya perbaikan} = \frac{18.151.000 + 33.264.000 + 640.000 + 200.000}{48}$$

Total biaya perbaikan = Rp 52.255.000 per 48 bulan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data, penulis mendapatkan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Analisis Uji Getaran Putaran Poros *Chiller Water Pump* Untuk Penentuan Jadwal Penggantian Komponen Karet Kopling sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa keausan pada karet kopling dapat di deteksi dengan menggunakan hasil data pengukuran getaran posisi 4 aksial karena mengalami kenaikan nilai getaran yang seimbang dengan kenaikan pada bulan Maret – April sebesar 0,69 , pada bulan April – Mei sebesar 0,16 , pada bulan Mei – Juni sebesar 0,21 , pada bulan Juni – Juli sebesar 0,78 yang selanjutnya dapat ditentukan periode waktunya.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk komponen karet kopling mengalami keausan adalah selama 20 bulan yang dapat mengakibatkan *Parallel Misalignment* dan *Angular Misalignment*, dimana jika dibiarkan akan membuat komponen lainnya rusak bahkan harus dilakukan penggantian (*replace*) mesin motor pompa.
3. Perbandingan biaya yang sangat jauh untuk anggaran biaya maintenance jika dilakukan *Preventive Maintenance* dengan penggantian karet kopling dan jika perbaikan setelah terjadi *breakdown* pada mesin motor.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. I. Ansori, Nachrul & Mustajib, *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, (2013).
2. R. Rosyadi, J. Tek. Mesin S-1, Diagnosa kerusakan motor induksi dengan sinyal getaran 1, vol. 2, no. 4, pp. 405–412, (2014).
3. Sularso, *Pompa dan kompresor: pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2000.
4. T. Rahayu and A. Multi, J. umj semnastek, *Pengaruh missaligment terhadap arus dan getaran pada motor induksi*, pp. 1–2, (2017).